

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-009773

(43)Date of publication of application : 16.01.2001

(51)Int.Cl.

B25J 19/06

B25J 13/00

(21)Application number : 11-187369

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 01.07.1999

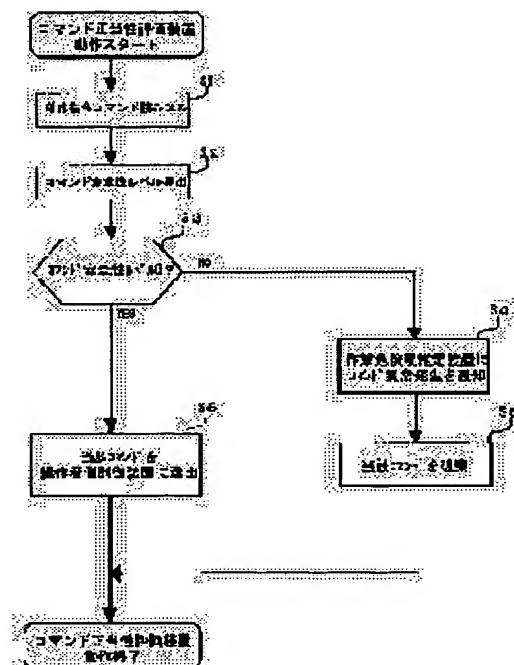
(72)Inventor : IOGI MAKOTO

(54) ROBOT REMOTE CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve safety of robot work by predetecting a dangerous operation directing command by providing a command safety evaluating means for sending out a safety evaluating result of a command signal to a work risk estimating means.

SOLUTION: A command justice evaluating device is started to operate to read in an operation directing command (S1). Next, a safety level of a command is calculated (S2). When judging that the result is not normal (S3), the fact of causing abnormality in the command is informed to a work risk estimating device (54). The command is also canceled (S5). While, when judging that the safety level of the command is normal, the command is sent out to an operator side control device still in its state (S6). Thus, when abnormality is caused in the command, since the command is automatically canceled, abnormal operation of a robot can be avoided to thereby secure safety since dangerous work is automatically excluded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The robot side control means which controls a robot, and 1st input means to input the above-mentioned robot's operating command, The 2nd input means which inputs the above-mentioned robot's operating command, and an operating-command command generation means to change into an operating command the signal inputted from these input means, Are concurrent with transmitting the above-mentioned operating-command command to the above-mentioned robot side control means. The operator side control means which receives the telemetry signal transmitted from the above-mentioned robot side control unit, and processes signal transformation etc., A display means to show a robot's situation of operation to an operator using the telemetry signal transmitted from the above-mentioned operator side control means, An activity danger presumption means to presume the danger of the activity under activation using the telemetry signal transmitted from the above-mentioned operator side control means, An activity danger presentation means to show an operator activity danger according to the danger level signal outputted from the above-mentioned activity danger presumption means, The robot remote control characterized by having a command safety evaluation means to evaluate the safety of the command signal transmitted from the above-mentioned operating-command command generation means, and to send out to the above-mentioned operator side control means, and to send out the safety evaluation result of a command signal to the above-mentioned activity danger presumption means.

[Claim 2] The robot remote control according to claim 1 characterized by stopping sending out of the command to the above-mentioned operator side control means according to the result of having evaluated the safety of the command outputted from the above-mentioned operating-command command generation means inside the above-mentioned command safety evaluation means.

[Claim 3] The robot remote control according to claim 1 characterized by correcting a command according to the result of having evaluated the safety of the command outputted from the above-mentioned operating-command command generation means inside the above-mentioned command safety evaluation means, and sending out a command to the above-mentioned operator side control means.

[Claim 4] The above-mentioned command safety-evaluation means is the robot remote control according to claim 1 characterized by to have a safety level calculation means compute command safety level from the command signal transmitted from the above-mentioned operating-command command generation means, a judgment means to by_which the safety level computed with the above-mentioned safety level calculation means judges safety level 0 or 1, and a transmitting means transmit the command concerned to the above-mentioned operator side control means when the judgment result of the above-mentioned judgment means is safety level 0.

[Claim 5] The above-mentioned command safety-evaluation means is the robot remote control according to claim 1 carry out having a safety level calculation means compute command safety level from the command signal transmitted from the above-mentioned operating-command command generation means, a judgment means to by_which the safety level computed with the above-mentioned safety level calculation means judges safety level 0 or 1, and a transmitting means transmit the abnormalities in a command to the above-mentioned activity danger presumption means when the judgment result of the above-mentioned judgment means is safety level 1 as the description.

[Trans]ation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the robot remote control used when making various kinds of activities do using the robot installed in the location distant from the operator.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 8 is drawing showing the configuration of the conventional robot remote control shown in 849-857 pages of Robotics Society of Japan 9 No. 7 volumes.

[0003] The robot with which 1 works actually in drawing 8, the robot side control unit with which 2 controls this robot 1, The keyboard into which, as for 3, an operator inputs a robot's operating command, the joy stick into which, as for 4, an operator similarly inputs a robot's 1 operating command, The display whose 7 displays graphics, the television camera with which 11 picturizes a robot 1, The monitor TV which displays the image to which 12 has been sent from the television camera 11, and 13 are computers which generate the graphics screen which changes the operating command inputted from the keyboard 3 and the joy stick 4, transmits to robot control equipment 2, or shows an operator information.

[0004] Next, actuation is explained. An operator inputs a robot's 1 operating command continuously with a joy stick 4. Since it is difficult at this time for an operator to input the information on a location and a position simultaneously, as for the input of a joy stick 3, either the command of a location or the command of a position is confirmed, and another side is disregarded. A keyboard 4 performs this selection. The inputted operating command is sent to the robot side control device 2 through a calculating machine 13, and a robot 1 operates as this command. The check of a robot's 1 situation of operation is performed by seeing the image photoed with the television camera 11 with a monitor TV 12. This monitor TV 12 is shown a robot's 1 situation of operation. However, only with a monitor TV 12, since the check of the safety of an activity is not fully acquired, the accuracy and the safety of an activity fall. In order to compensate this, an exchange screen is expressed as this equipment on Screen 7 of a display. Telemetry signal values, such as a robot joint include angle, joint angular velocity, and generating force, are displayed on this exchange screen. It is in carrying out the monitor of the both sides of these monitor TV images and display images, and the achievement situation and safety of an activity are grasped.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although unsuitable robot actuation will be caused if the mistaken command is sent out since the command with which the operator generated the conventional robot's remote control as mentioned above is sent out to a robot as it is, an operator will notice generating of unsuitable actuation only after he looks at a telemetry signal after fixed time amount, and had a trouble of it becoming impossible to perform exact and safe robot remote operation.

[0006] Moreover, in order to check whether the robot activity is done on insurance, it always gazed at the telemetry display screen, and a robot's actuation command had to be sent out, carrying out the comparative judgment of two or more information, and there was a trouble that an operator's mental load was heavy.

[0007] Before having been made in order that this invention might solve the above troubles, introducing the valuation basis of command safety and sending out an operator command command

to a robot side, it aims at raising the safety of a robot activity by [to which this command safety is evaluated and beforehand detects a dangerous operator command command] doing things.

[0008] Moreover, this invention aims at obtaining the robot remote control which can input the operating command of a robot safe as a result by showing an operator it immediately, when the operator command command which the operator mistook is generated.

[0009] Furthermore, this invention aims at obtaining the robot remote control which can input the operating command of a robot safe as a result by stopping sending out by the side of the robot of that command, when the operator command command which the operator mistook is generated.

[0010] Moreover, this invention aims at obtaining the robot remote control which can input the operating command of a robot safe as a result by sending out to a robot side, after correcting that command automatically, when the operator command command which the operator mistook is generated.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The robot side control means by which the robot remote control concerning the 1st invention controls a robot, 1st input means to input the above-mentioned robot's operating command, and 2nd input means to input the above-mentioned robot's operating command, An operating-command command generation means to change into an operating command the signal inputted from these input means, Are concurrent with transmitting the above-mentioned operating-command command to the above-mentioned robot side control means. The operator side control means which receives the telemetry signal transmitted from the above-mentioned robot side control unit, and processes signal transformation etc., A display means to show a robot's situation of operation to an operator using the telemetry signal transmitted from the above-mentioned operator side control means, An activity danger presumption means to presume the danger of the activity under activation using the telemetry signal transmitted from the above-mentioned operator side control means, An activity danger presentation means to show an operator activity danger according to the danger level signal outputted from the above-mentioned activity danger presumption means, It has a command safety evaluation means to evaluate the safety of the command signal transmitted from the above-mentioned operating-command command generation means, and to send out to the above-mentioned operator side control means, and to send out the safety evaluation result of a command signal to the above-mentioned activity danger presumption means.

[0012] Moreover, it is made for the robot remote control concerning the 2nd invention to stop sending out of the command to the above-mentioned operator side control means according to the result of having evaluated the safety of the command outputted from the above-mentioned operating-command command generation means inside the above-mentioned command safety evaluation means.

[0013] The robot remote control concerning the 3rd invention corrects a command according to the result of having evaluated the safety of the command outputted from the above-mentioned operating-command command generation means inside the above-mentioned command safety evaluation means, and sends out a command to the above-mentioned operator side control means.

[0014] Moreover, the robot remote control concerning the 4th invention A safety level calculation means to compute command safety level from the command signal to which the above-mentioned command safety evaluation means was transmitted from the above-mentioned operating-command command generation means, A judgment means by which the safety level computed with the above-mentioned safety level calculation means judges the safety level 0 or 1, and a transmitting means to transmit the command concerned to the above-mentioned operator side control means when the judgment result of the above-mentioned judgment means is the safety level 0 constitute.

[0015] The robot remote control concerning the 5th invention constitutes by safety level calculation means compute command safety level from the command signal to which the above-mentioned command safety-evaluation means was transmitted from the above-mentioned operating-command command generation means, judgment means to by_ which the safety level computed with the above-mentioned safety level calculation means judges safety level 0 or 1, and transmitting means transmit the abnormalities in a command to the above-mentioned activity danger presumption means when the judgment result of the above-mentioned judgment means is safety level 1.

[0016]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of implementation of this invention is explained about drawing below gestalt 1. of operation. Drawing 1 is the block diagram of the robot remote control by the gestalt of implementation of the 1st of this invention.

[0017] In drawing 1, the robot side control device with which 1 controls a robot and 2 controls this robot, the keyboard into which, as for 3, an operator inputs a robot's 1 operating command, the joy stick into which, as for 4, an operator inputs a remote-operation command, the operating-command command generation equipment with which 5 generates a robot's 1 action command from an operator input, and 6 show the operator side control device which sends the command sent from operating-command command generation equipment 5 to the robot side control device 2. 7 is a display for displaying the telemetry signal sent from the operator side control device 6 on a screen. 8 is activity danger presumption equipment which presumes the activity danger of a robot activity using the telemetry signal of the robot sent from an operator side control device. The activity danger presentation equipment which shows an operator the result of having presumed 9 with activity danger presumption equipment 8, 10 is command safety evaluation equipment which sends out the safety evaluation result of a command signal to activity danger presumption equipment 8 in parallel to evaluating the safety of the command signal sent from operating-command command generation equipment 5, and sending out to the operator side control unit 6.

[0018] Next, actuation is explained. An operator inputs the operating command from a keyboard 2 and a joy stick 3 to a robot 1 first. The series of commands of the time series for the inputted input of operation being sent to operating-command command generation equipment 5, and operating a robot is generated. The generated command is sent out to command safety evaluation equipment 10, and it is sent out to the operator side control unit 6 in parallel to evaluating the safety level at the time of processing the command of time series sequentially and executing the command. In the operator side control device 6, communications control of the sent series of commands is performed, and the series of commands for operating a robot 1 is sent out to the robot side control device 2. A robot 1 operates based on the action-command train sent from the robot side control unit 2. On the other hand, the telemetry data in which the result of actuation of a robot 1 is shown are sent to the operator side control device 6 through the robot side control device 2, and the value is displayed on a display 7. Moreover, this telemetry data is sent also to activity danger presumption equipment 8 from the operator control unit 6. With activity danger presumption equipment 8, the activity danger for every item of telemetry is computed based on the comparison with the threshold set up beforehand from each raw data, such as the telemetry data which play a role especially important for danger presumption of a robot activity, for example, a force torque-sensor value, a robot joint include angle, robot joint angular velocity, etc. Then, the whole activity danger is presumed from the activity danger level of each item, that result is sent to activity danger presentation equipment 9, and an operator is shown.

[0019] Next, the assessment approach of command safety is explained. Drawing 2 is the example of the item which is needed for the safety evaluation carried out for every operating-command command of each which is generated by time series, and a decision value. The criterion of individual command safety level is beforehand listed in this table. These criteria are level which does breakage to critical level (i.e., the robot itself) and surrounding equipment, and the command of this level needs to stop actuation for a short time as much as possible.

[0020] Drawing 3 is a flow chart about assessment of operating-command command safety. Based on the decision value of the table defined in drawing 2, the operating-command command generated by time series is judged according to an individual, and activity safety level is computed. Sequential operation is carried out to all the items that showed this processing by drawing 2. Below, the detail of the content of processing is explained for each [which was shown in drawing 3] step of every. Pretreatment which is needed for future check count is carried out to the operating-command command given first (step S1). A joint include-angle limit check is carried out for every after command of the (step S2). If judged with safety level 1 here, subsequent processings will be interrupted immediately and the last judging result will be judged to be safety level 1 (step S3). on the other hand, level [safety / 0], i.e., when it is judged that it is safe, they are the following evaluation criteria -- robot joint angular-velocity limit-check implementation is carried out (step S4). While a safety level judging result is 0 (zero), the command safety level of each item of the internal

interference check (step S5) shown in drawing 2 R> 2 one after another, an external interference check (step S6), a unique position check (step S7), and a robot arm tip-speed limit check (step S8) is computed. In addition, an internal interference check is an operation which judges whether a robot's hand collides with himself. An external interference check is an operation which judges interference and a collision with an activity object and a robot by the comparison with a robot's current position and a position, and a robot operating environment model. A unique position check is an operation which checks the position which should be avoided on the conversion operation of a robot's attitude angle and a joint angle. All the check results of each above-mentioned item set it as the command safety level 0 (zero), when satisfactory, and they end the processing to the command concerned. On the other hand, if at least one item of a check is judged to be level 1, command safety level will be set as 1 (step S9). When the command of level 1 is executed as it is, it is a command with which it is assumed that abnormalities occur, and an operator is shown by notifying an abnormal occurrence to activity danger presumption equipment (step S10). The above processing is repeated one after another to the series of commands to which it is sent by time series.

[0021] Drawing 4 is a whole flow chart. Below, the detail of the content of processing is explained for each [which was shown in drawing 4] step of every. An operating-command command is read first (step S1). Next, command safety level calculation is carried out (step S2). Next, it judges whether it is the command safety level 0 (step S3). When the item which is not the command safety level 0 here exists, generating of the abnormalities in a command is notified to activity danger presumption equipment, and a result is shown to an operator (step S4). When it is the command safety level 0 on the other hand (i.e., when the abnormalities in a command have not occurred), the command concerned is immediately sent out to an operator side control unit (step S4).

[0022] Although operator command command generation equipment 5, the operator side control unit 6, activity danger presumption equipment 8, and command safety evaluation equipment 10 were constituted from a gestalt of gestalt 2. of operation, in addition the above-mentioned implementation as respectively separate equipment, the same effectiveness can be acquired even if it constitutes either or the whole from one computer among these.

[0023] With the gestalt of gestalt 3. of operation, in addition the above-mentioned implementation, although six items were listed as a safety check item, whether it omits one of items among these or adds another item, the almost same effectiveness can be acquired.

[0024] The gestalten 1-3 of the gestalt 4. above-mentioned implementation of operation estimated the safety of a command, and how to show an operator it was explained with them. With the gestalt 4 of this operation, when the assessment result of the safety level of a command is unusual, how to stop sending out in the operator side control unit of the command concerned is explained. Drawing used for explanation is the same as that of what was shown in drawing 1 , and omits explanation.

[0025] Actuation by this operation gestalt is explained. Drawing 5 is the flow chart of processing by the gestalt of this operation. Below, the detail of processing is explained based on drawing 5 . First, an operating-command command is read. (S1) Next, the safety level of a command is computed using the same technique as the gestalt 1 of operation. (S2) When judged with the result not being normal (level 0) (S3), it notifies that abnormalities occurred to the command concerned to activity danger presumption equipment. (S4) The command will be canceled further. (S5) Consequently, an unusual command is no longer sent out to a robot. On the other hand, when judged with the safety level of a command being normal, the command is sent out to an operator side control unit as it is. (S6)

[0026] Since the command is automatically canceled while an operator shows an operator generating of abnormalities when a certain abnormalities occur to a command the method of the delivery, and the bottom since it is set up as mentioned above, a robot can avoid carrying out unusual actuation. Consequently, since a dangerous activity is eliminated automatically, safety is also secured, and it becomes possible to also mitigate an operator's mental burden.

[0027] With the gestalt 4 of the gestalt 5. above-mentioned implementation of operation, while evaluating the safety of a command and showing the operator it, how to cancel automatically the command which abnormalities generated was explained. With the gestalt 5 of this operation, when the assessment result of the safety level of a command is unusual, how to send out to an operator side control unit, after correcting the command concerned correctly automatically is explained. Drawing

used for explanation is the same as that of what was shown in drawing 1 , and omits explanation.

[0028] Actuation by this operation gestalt is explained. Drawing 6 is the flow chart of processing by the gestalt of this operation. Below, the detail of processing is explained based on drawing 6 . First, an operating-command command is read (step S1). Next, the safety level of a command is computed using the same technique as the gestalt 1 of operation (step S2). When judged with the result not being normal (level 0) (step S3), it notifies that abnormalities occurred to the command concerned to activity danger presumption equipment (step S4). The command data is modified automatically and a right command is obtained (step S5). The obtained right command is sent out to an operator side control unit (step S6). On the other hand, when judged with the safety level of a command being normal, the command is sent out to an operator side control unit as it is (step S6).

[0029] Below, how to correct automatically the command data judged that are unusual using drawing 7 is explained. Every check item is judged in the same sequence as the time of computing command safety level. A joint include-angle limit check is first carried out for every command (step S1). If judged with it being unusual here, a command value will be automatically corrected so that it may return to joint include-angle within the limits (step S2). on the other hand, when it is judged that it is safe, they are the following evaluation criteria -- robot joint angular-velocity limit-check implementation is carried out (step S3). If judged with it being unusual here, a command value will be automatically corrected so that joint angular velocity may fall within a convention range (step S4). on the other hand, when it is judged that it is safe, they are the following evaluation criteria -- internal interference check implementation is carried out (step S5). If judged with it being unusual here, a command value will be automatically corrected so that the distance of an interference part may be kept away and interference can be canceled (step S6). on the other hand, when it is judged that it is safe, they are the following evaluation criteria -- external interference check implementation is carried out (step S7). If judged with it being unusual here, a command value will be automatically corrected so that the distance of an interference part may be kept away and interference can be canceled (step S8). on the other hand, when it is judged that it is safe, they are the following evaluation criteria -- unique position check implementation is carried out (step S9). If judged with it being unusual here, a command value will be automatically corrected so that it may not lapse into a unique position (step S10). On the other hand, when it is judged that it is safe, the robot arm tip-speed limit check which is the following evaluation criteria is carried out (step S11). If judged with it being unusual here, a command value will be automatically corrected so that tip speed may fall within a convention range (step S12). By the above processing, command data are corrected automatically.

[0030] While an operator shows an operator generating of abnormalities when a certain abnormalities occur to a command the method of the delivery, and the bottom since it is set up as mentioned above, in order to correct the command automatically, while a robot can avoid carrying out unusual actuation, it is not necessary to interrupt an activity. Consequently, since a dangerous activity is eliminated, safety is also secured, and it becomes possible to also mitigate an operator's mental burden.

[0031]

[Effect of the Invention] Since this invention is constituted as explained above, it does so effectiveness which is indicated below.

[0032] When it is assumed that an error is in an operating-command command and a robot's safety cannot be secured, this invention is showing an operator that, and even if it does not maintain high stress over the whole term under activity, it can obtain the robot remote control which can input a safe robot's operating command.

[0033] Moreover, when it is assumed that an error is in an operating-command command and a robot's safety cannot be secured, this invention is stopping sending out of the command concerned while showing an operator that, and even if it does not maintain high stress over the whole term under activity, it can obtain the robot remote control which can input a safe robot's operating command.

[0034] When it is assumed that an error is in an operating-command command and a robot's safety cannot be secured, this invention is correcting the command concerned automatically while showing an operator that, and even if it does not maintain high stress over the whole term under activity, it

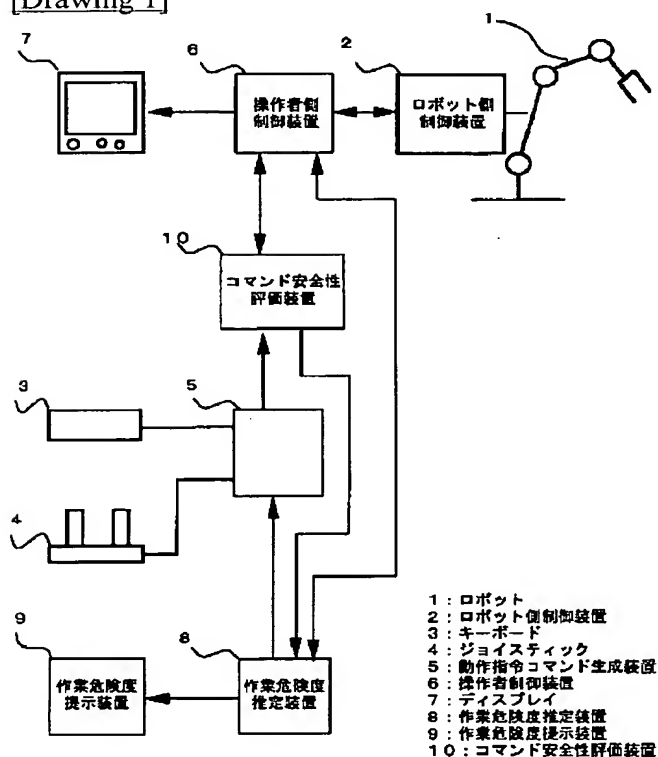
can obtain the robot remote control which can input a safe robot's operating command.

[Translation done.]

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

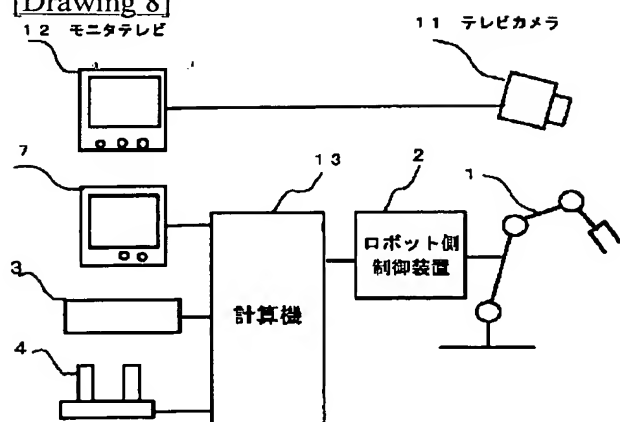
[Drawing 1]



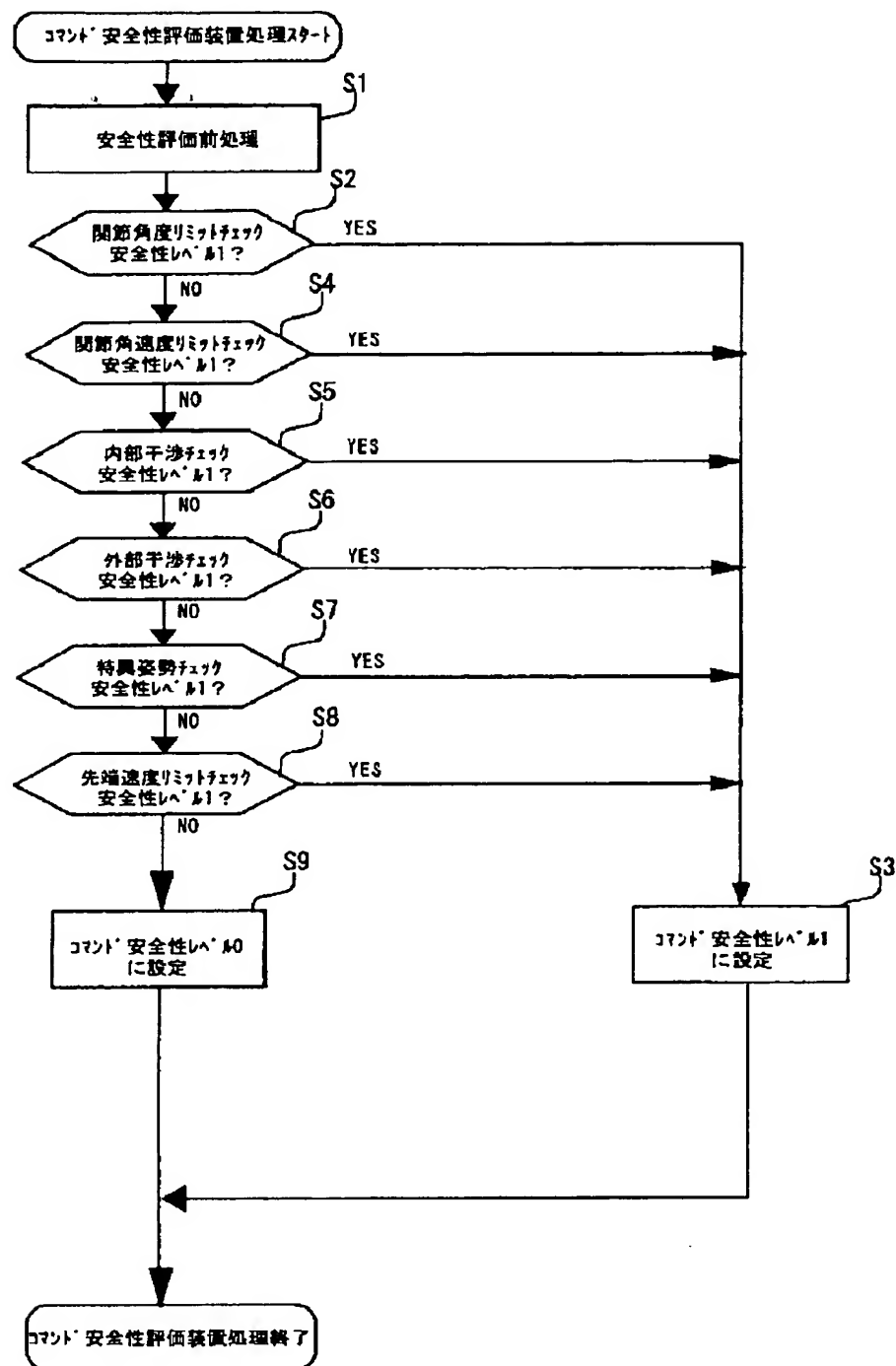
[Drawing 2]

[illegible]

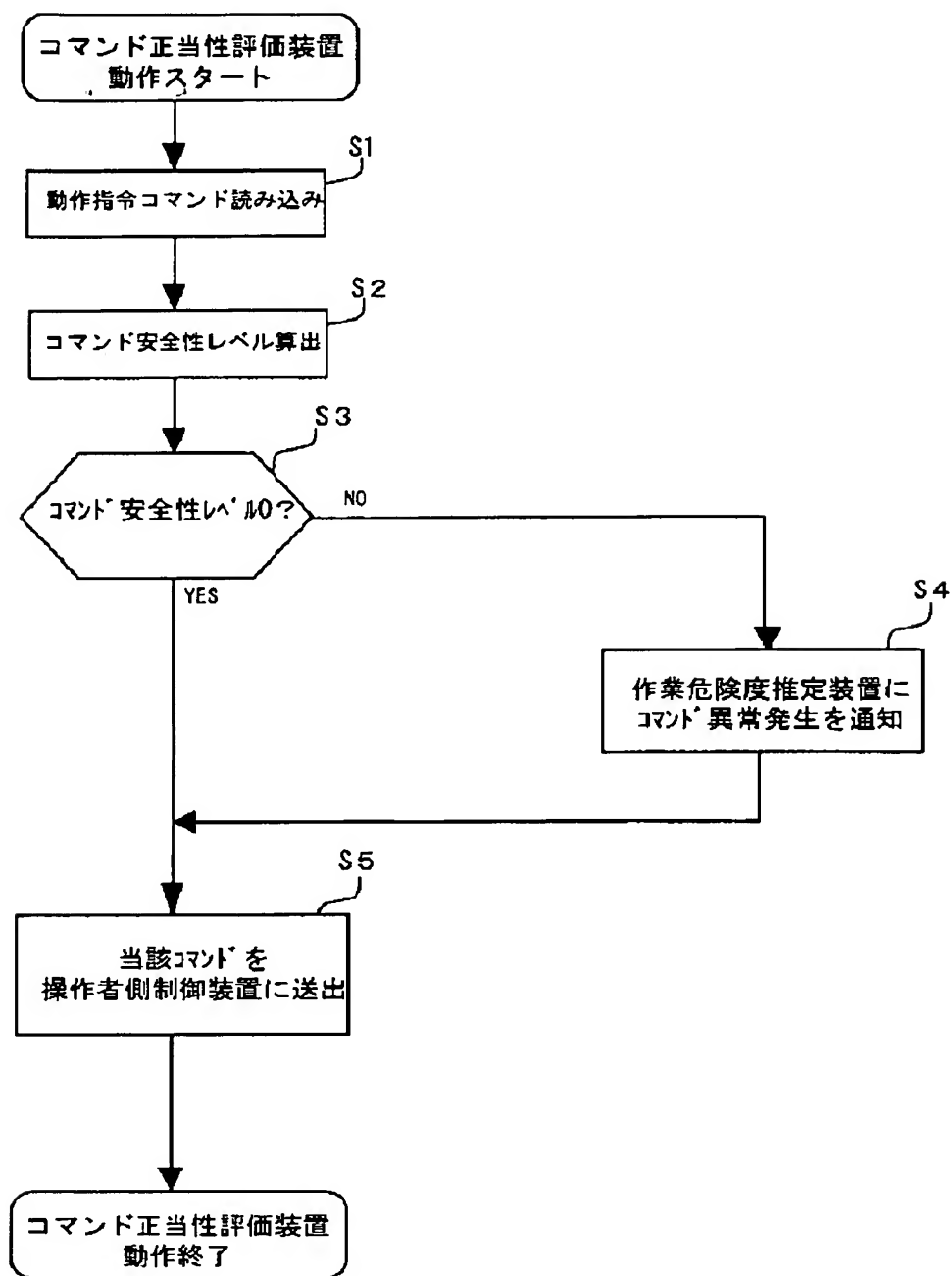
[Drawing 8]



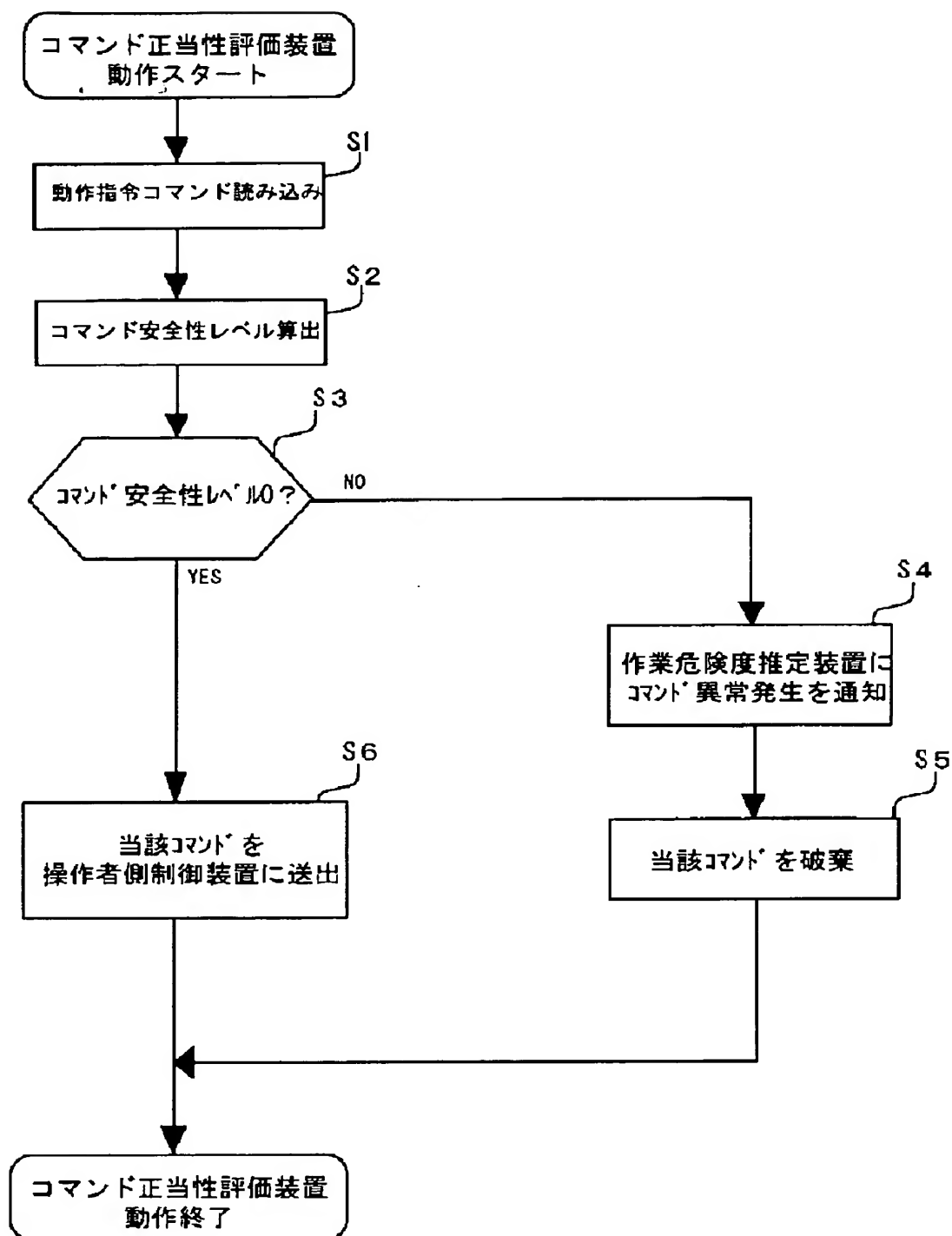
[Drawing 3]



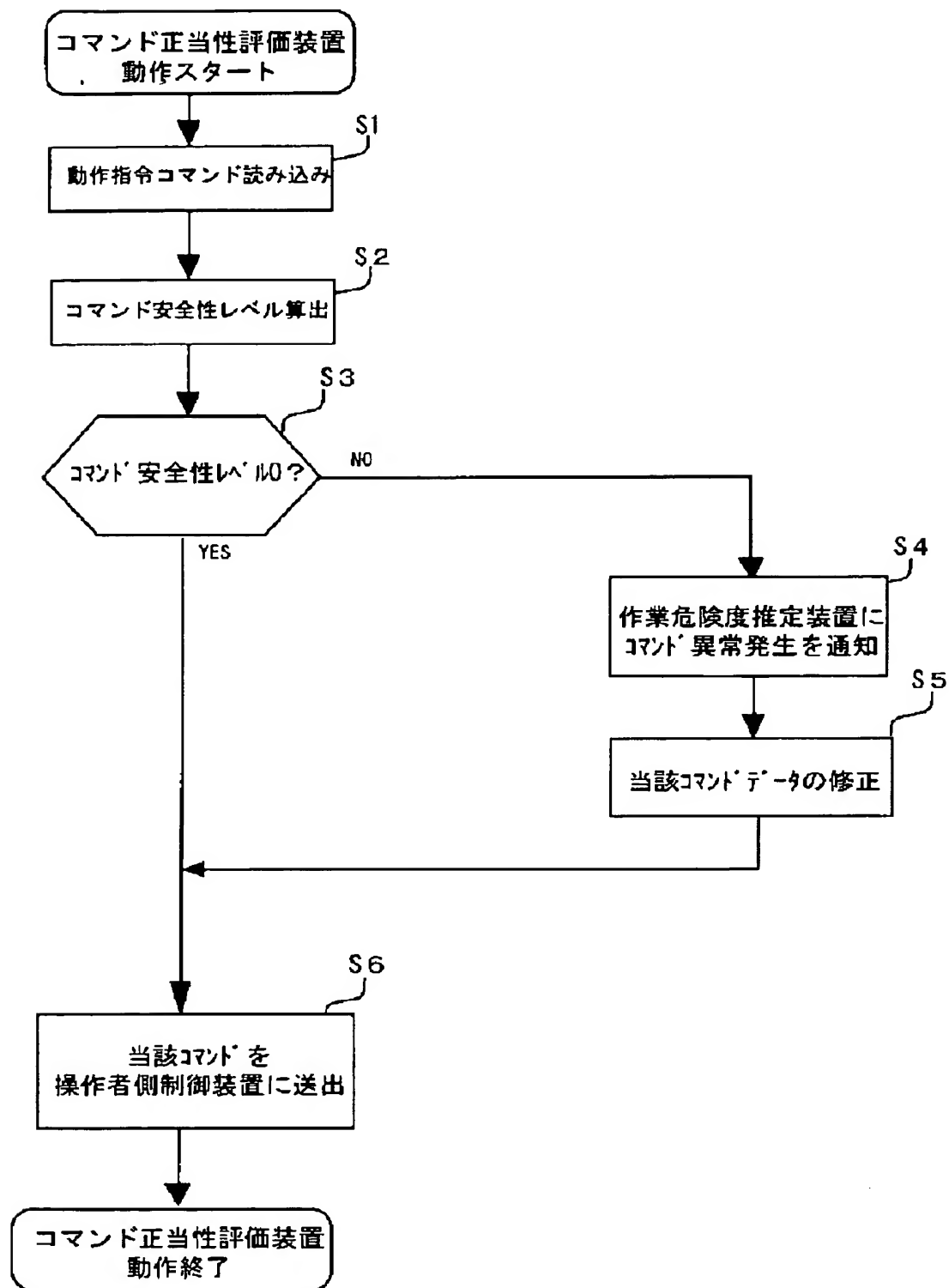
[Drawing 4]



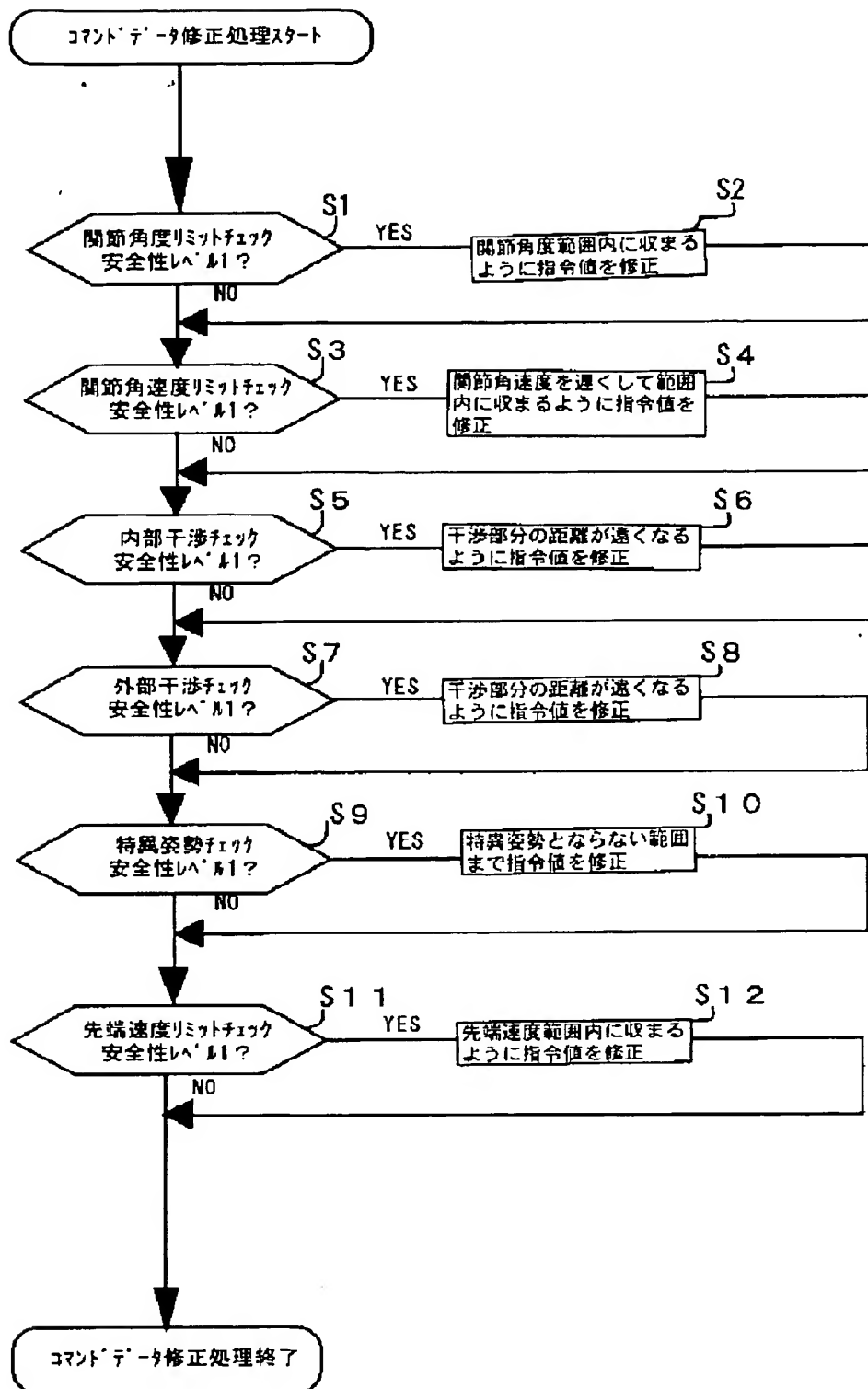
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-9773

(P2001-9773A)

(43) 公開日 平成13年1月16日 (2001.1.16)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 5 J 19/06

13/00

識別記号

F I

B 2 5 J 19/06

13/00

テ-マコ-ト^{*} (参考)

3 F 0 5 9

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-187369

(22) 出願日

平成11年7月1日 (1999.7.1)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 五百木 誠

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

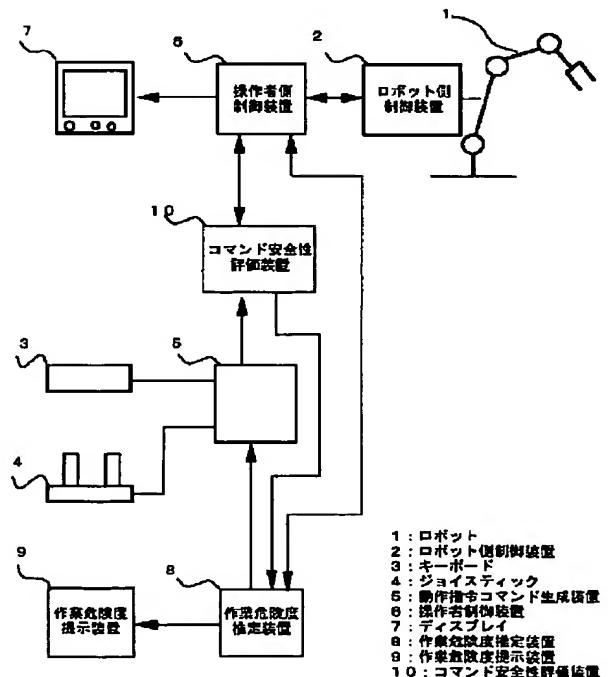
Fターム(参考) 3F059 BA02 BC01 BC10 CA06 DA09

(54) 【発明の名称】 ロボット遠隔操作装置

(57) 【要約】

【課題】 ロボットが操作者から離れた位置に設置されている場合に、操作者が送出するコマンドの安全性を評価することにより、安全かつ確実にロボットを動作させることが可能なロボット遠隔操作装置を得ることを目的とする。

【解決手段】 コマンド安全性評価装置 10 を用いて操作者が送出しようとしているコマンドの安全性を評価し、危険なコマンドの送出を回避することが可能となり、作業の安全性が向上するとともに作業者の心理的な負担が軽減される。



視し、複数の情報を比較判断しながらロボットの操作コマンドを送出しなければならず、操作者の心理的負荷が重いという問題点があった。

【0007】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、コマンド安全性という評価基準を導入し、ロボット側に操作指令コマンドを送出する前にこのコマンド安全性を評価し、かつ危険な操作指令コマンドを事前の検出する事することにより、ロボット作業の安全性を向上させることを目的とする。

【0008】またこの発明は、操作者が誤った操作指令コマンドを生成した場合には、それを操作者に即座に提示することにより、結果として安全なロボットの動作指令を入力できるロボット遠隔操作装置を得ることを目的とする。

【0009】さらにこの発明は、操作者が誤った操作指令コマンドを生成した場合には、そのコマンドのロボット側への送出を停止することにより、結果として安全なロボットの動作指令を入力できるロボット遠隔操作装置を得ることを目的とする。

【0010】またこの発明は、操作者が誤った操作指令コマンドを生成した場合には、そのコマンドを自動的に修正した上でロボット側に送出することにより、結果として安全なロボットの動作指令を入力できるロボット遠隔操作装置を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係るロボット遠隔操作装置は、ロボットを制御するロボット側制御手段と、上記ロボットの動作指令を入力する第1の入力手段と、上記ロボットの動作指令を入力する第2の入力手段と、これらの入力手段から入力した信号を動作指令に変換する動作指令コマンド生成手段と、上記動作指令コマンドを上記ロボット側制御手段に送信するのと並行して、上記ロボット側制御装置から送信されたテレメトリ信号を受信して信号変換などの処理を行う操作者側制御手段と、上記操作者側制御手段から送信されたテレメトリ信号を用いて操作者に対してロボットの動作状況を提示する表示手段と、上記操作者側制御手段から送信されたテレメトリ信号を用いて実行中の作業の危険度を推定する作業危険度推定手段と、上記作業危険度推定手段から出力される危険度レベル信号に応じて操作者に作業危険度を提示する作業危険度提示手段と、上記動作指令コマンド生成手段から送信されたコマンド信号の安全性を評価して上記操作者側制御手段に送出し、かつコマンド信号の安全性評価結果を上記作業危険度推定手段に送出するコマンド安全性評価手段とを備えたものである。

【0012】また、第2の発明に係るロボット遠隔操作装置は、上記動作指令コマンド生成手段から出力されるコマンドの安全性を上記コマンド安全性評価手段内部で評価した結果に応じて上記操作者側制御手段へのコマンドの送出を停止するようにしたものである。

【0013】第3の発明に係るロボット遠隔操作装置は、上記動作指令コマンド生成手段から出力されるコマンドの安全性を上記コマンド安全性評価手段内部で評価した結果に応じてコマンドを修正して上記操作者側制御手段にコマンドを送出するようにしたものである。

【0014】また、第4の発明に係るロボット遠隔操作装置は、上記コマンド安全性評価手段を、上記動作指令コマンド生成手段から送信されたコマンド信号からコマンド安全性レベルを算出する安全性レベル算出手段と、上記安全レベル算出手段で算出された安全性レベルが安全性レベル0か1かを判定する判定手段と、上記判定手段の判定結果が安全性レベル0の場合、当該コマンドを上記操作者側制御手段に送信する送信手段とにより構成したものである。

【0015】第5の発明に係るロボット遠隔操作装置は、上記コマンド安全性評価手段を、上記動作指令コマンド生成手段から送信されたコマンド信号からコマンド安全性レベルを算出する安全性レベル算出手段と、上記安全レベル算出手段で算出された安全性レベルが安全性レベル0か1かを判定する判定手段と、上記判定手段の判定結果が安全性レベル1の場合、上記作業危険度推定手段にコマンド異常を送信する送信手段とにより構成したものである。

【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態を図について説明する。図1はこの発明の第1の実施の形態によるロボット遠隔操作装置の構成図である。

【0017】図1において、1はロボット、2はこのロボットを制御するロボット側制御装置、3は操作者がロボット1の動作指令を入力するキーボード、4は操作者が遠隔操作指令を入力するジョイスティック、5は操作者入力からロボット1の動作コマンドを生成する動作指令コマンド生成装置、6は動作指令コマンド生成装置5から送付されるコマンドをロボット側制御装置2に送付する操作者側制御装置を示している。7は操作者側制御装置6から送付されるテレメトリ信号を画面に表示するためのディスプレイである。8は、操作者側制御装置から送付されるロボットのテレメトリ信号を用いてロボット作業の作業危険度を推定する作業危険度推定装置で、9は作業危険度推定装置8で推定した結果を操作者に提示する作業危険度提示装置、10は動作指令コマンド生成装置5から送付されたコマンド信号の安全性を評価して操作者側制御装置6に送出することと並行してコマンド信号の安全性評価結果を作業危険度推定装置8に送出するコマンド安全性評価装置である。

【0018】次に動作について説明する。操作者は、まずキーボード2およびジョイスティック3からロボット1への動作指令を入力する。入力された動作入力は動作指令コマンド生成装置5に送られロボットを動作させ

るための時系列のコマンド列が生成される。生成されたコマンドはコマンド安全性評価装置10に送出され、時系列のコマンドを順次処理してそのコマンドを実行した場合の安全性レベルを評価することと並行して、操作者側制御装置6に送出される。操作者側制御装置6では送られてきたコマンド列の通信制御を行い、ロボット1を動作させるためのコマンド列をロボット側制御装置2に送出する。ロボット1はロボット側制御装置2から送付された動作コマンド列に基づき動作を行う。一方、ロボット1の動作の結果を示すテレメトリデータは、ロボット側制御装置2を介して操作者側制御装置6に送付され、ディスプレイ7にはその値が表示される。また、このテレメトリデータは操作者側制御装置6から作業危険度推定装置8にも送付される。作業危険度推定装置8では、ロボット作業の危険度推定に特に重要な役割を果たすテレメトリデータ、例えば力トルクセンサ値・ロボット関節角度・ロボット関節角速度などの個々の生データから、あらかじめ設定したしきい値との比較に基づきテレメトリの項目ごとの作業危険度を算出する。この後、個々の項目の作業危険度レベルから全体の作業危険度を推定し、その結果を作業危険度提示装置9に送付し、操作者に提示する。

【0019】次にコマンド安全性の評価方法について説明する。図2は時系列で生成される個々の動作指令コマンド毎に実施する安全性評価に必要な項目および判定値の例である。あらかじめこの表の中に個別コマンド安全性レベルの判定基準をリストアップしておく。

この基準はクリティカルなレベル、すなわちロボット自身および周囲の装置に損傷を与えるレベルであり、このレベルのコマンドはできる限り短時間で動作を中止する必要がある。

【0020】図3は動作指令コマンド安全性の評価に関するフローチャートである。図2において定義した表の判定値に基づき、時系列に生成される動作指令コマンドを個別に判定し、作業安全性レベルを算出する。この処理を図2で示した全項目に対して順次実施する。

以下では図3に示した各ステップ毎に処理内容の詳細を説明する。まず与えられた動作指令コマンドに対して、以後のチェック計算に必要な前処理を実施する(ステップS1)。そのあとコマンド毎に関節角度リミットチェックを実施する(ステップS2)。ここで安全性レベル1と判定されると即座に以降の処理を中断して最終判定結果を安全性レベル1と判定する(ステップS3)。一方安全性レベル0、すなわち安全であると判断された場合、次の評価項目であるロボット関節角速度リミットチェックを実施する(ステップS4)。安全性レベル判定結果が0(ゼロ)である間は、次々と図2に示した内部干渉チェック(ステップS5)、外部干渉チェック(ステップS6)、特異姿勢チェック(ステップS7)、ロボットアーム先端速度リミットチェック

(ステップS8)の各項目のコマンド安全性レベルを算出する。なお内部干渉チェックとはロボットの手先が自分自身に衝突しないかどうかを判定する演算である。

外部干渉チェックとはロボットの現在位置および姿勢とロボット動作環境モデルとの比較により、作業対象物とロボットとの干渉および衝突を判定する演算である。

特異姿勢チェックとはロボットの姿勢角と関節角との変換演算上回避すべき姿勢をチェックする演算である。

上記の各項目のチェック結果がすべて問題ない場合はコマンド安全性レベル0(ゼロ)に設定し、当該コマンドに対する処理を終了する。一方、チェックの内一項目でもレベル1と判定されれば、コマンド安全性レベルを1に設定する(ステップS9)。レベル1のコマンドとはそのまま実行すると異常が発生することが想定されるコマンドであり、異常発生を作業危険度推定装置に通知することにより操作者に提示する(ステップS10)。以上の処理を、時系列で送付されてくるコマンド列に対して次々と繰り返していく。

【0021】図4は全体フローチャートである。以下では図4に示した各ステップ毎に処理内容の詳細を説明する。まず動作指令コマンドを読み込む(ステップS1)。次にコマンド安全レベル算出を実施する(ステップS2)。次にコマンド安全性レベル0であるかどうかを判定する(ステップS3)。ここでコマンド安全性レベル0でない項目が存在する場合、作業危険度推定装置にコマンド異常の発生を通知し、操作者に結果を提示する(ステップS4)。一方コマンド安全性レベル0である場合、すなわちコマンド異常が発生していない場合、即座に当該コマンドを操作者側制御装置に送出する(ステップS4)。

【0022】実施の形態2。なお、上記実施の形態では、操作指令コマンド生成装置5と操作者側制御装置6と作業危険度推定装置8とコマンド安全性評価装置10をそれぞれ別々の装置として構成したが、これらのうちいずれか、または全体を1つの計算機で構成しても同様の効果を得ることができる。

【0023】実施の形態3。なお、上記実施の形態では、安全性チェック項目として6項目をリストアップしたが、これらのうちいずれかの項目を省略しても、また別の項目を追加してもほぼ同様の効果を得ることができる。

【0024】実施の形態4。上記実施の形態1から3ではコマンドの安全性を評価し、それを操作者に提示する方法について説明した。本実施の形態4では、コマンドの安全性レベルの評価結果が異常であった場合には、当該コマンドの操作者側制御装置への送出を停止する方法について説明する。説明に使用する図は図1に示したものと同一であり説明を省略する。

【0025】この実施形態による動作について説明する。図5は本実施の形態による処理のフローチャート

である。以下では図5に基づき処理の詳細を説明する。まず、動作指令コマンドを読み込む。(S1) 次に、コマンドの安全性レベルを実施の形態1と同一の手法を用いて算出する。(S2) その結果が正常(レベル0)でないと判定された場合(S3)、当該コマンドに異常が発生したことを作業危険度推定装置に通知する。(S4) さらにそのコマンドを破棄してしまう。

(S5) この結果、異常なコマンドはロボットには送出されなくなる。一方コマンドの安全性レベルが正常であると判定された場合は、そのコマンドをそのまま操作者側制御装置に送出される。(S6)

【0026】上記の様に設定されているため、操作者が送出しようとしたコマンドに何らかの異常が発生した場合、異常の発生を操作者に提示するとともに、そのコマンドを自動的に破棄してしまうため、ロボットが異常な動作をすることを回避することができる。この結果、危険な作業は自動的に排除されるため安全性も確保され、作業者の心理的負担も軽減することが可能となる。

【0027】実施の形態5。上記実施の形態4ではコマンドの安全性を評価し、それを操作者に提示するとともに、異常が発生したコマンドを自動的に破棄する方法について説明した。本実施の形態5では、コマンドの安全性レベルの評価結果が異常であった場合には、当該コマンドを自動的に正しく修正した上で操作者側制御装置に送出する方法について説明する。説明に使用する図は図1に示したものと同一であり説明を省略する。

【0028】この実施形態による動作について説明する。図6は本実施の形態による処理のフローチャートである。以下では図6に基づき処理の詳細を説明する。まず、動作指令コマンドを読み込む(ステップS1)。次に、コマンドの安全性レベルを実施の形態1と同一の手法を用いて算出する(ステップS2)。その結果が正常(レベル0)でないと判定された場合(ステップS3)、当該コマンドに異常が発生したことを作業危険度推定装置に通知する(ステップS4)。さらにそのコマンドデータを自動的に修正して正しいコマンドを得る(ステップS5)。得られた正しいコマンドを操作者側制御装置に送出する(ステップS6)。一方コマンドの安全性レベルが正常であると判定された場合は、そのコマンドをそのまま操作者側制御装置に送出される(ステップS6)。

【0029】以下では、図7を用いて異常と判定されたコマンドデータを自動的に修正する方法について説明する。コマンド安全性レベルを算出したときと同様の順番で、各チェック項目毎の判定を実施する。まずコマンド毎に関節角度リミットチェックを実施する(ステップS1)。ここで異常と判定されると関節角度範囲内に戻すように指令値を自動的に修正する(ステップS2)。一方、安全であると判断された場合、次の評価項目であるロボット関節角速度リミットチェック実施す

る(ステップS3)。ここで異常と判定されると関節角速度が規定範囲内に収まるように指令値を自動的に修正する(ステップS4)。一方、安全であると判断された場合、次の評価項目である内部干渉チェック実施する(ステップS5)。ここで異常と判定されると干渉部分の距離を遠ざけて干渉を解消できるように指令値を自動的に修正する(ステップS6)。一方、安全であると判断された場合、次の評価項目である外部干渉チェック実施する(ステップS7)。ここで異常と判定されると干渉部分の距離を遠ざけて干渉を解消できるように指令値を自動的に修正する(ステップS8)。一方、安全であると判断された場合、次の評価項目である特異姿勢チェック実施する(ステップS9)。ここで異常と判定されると特異姿勢に陥らないように指令値を自動的に修正する(ステップS10)。一方、安全であると判断された場合、次の評価項目であるロボットアーム先端速度リミットチェックを実施する(ステップS11)。ここで異常と判定されると先端速度が規定範囲内に収まるように指令値を自動的に修正する(ステップS12)。以上の処理により、自動的にコマンドデータを修正する。

【0030】上記の様に設定されているため、操作者が送出しようとしたコマンドに何らかの異常が発生した場合、異常の発生を操作者に提示するとともに、そのコマンドを自動的に修正するため、ロボットが異常な動作をすることを回避することができるとともに作業を中断する必要がない。この結果、危険な作業が排除されるため安全性も確保され、作業者の心理的負担も軽減することが可能となる。

【0031】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0032】この発明は、動作指令コマンドに誤りがありロボットの安全性が確保できないことが想定される場合に、そのことを操作者に提示することで、作業中の全期間にわたって高い緊張を持続しなくても安全なロボットの動作指令を入力できるロボット遠隔操作装置を得られる。

【0033】また、この発明は、動作指令コマンドに誤りがありロボットの安全性が確保できないことが想定される場合に、そのことを操作者に提示するとともに当該コマンドの送出を停止することで、作業中の全期間にわたって高い緊張を持続しなくても安全なロボットの動作指令を入力できるロボット遠隔操作装置を得られる。

【0034】この発明は、動作指令コマンドに誤りがありロボットの安全性が確保できないことが想定される場合に、そのことを操作者に提示するとともに当該コマンドを自動的に修正することで、作業中の全期間にわたって高い緊張を持続しなくても安全なロボットの動作指令を入力できるロボット遠隔操作装置を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1であるロボット遠隔操作装置の構成図である。

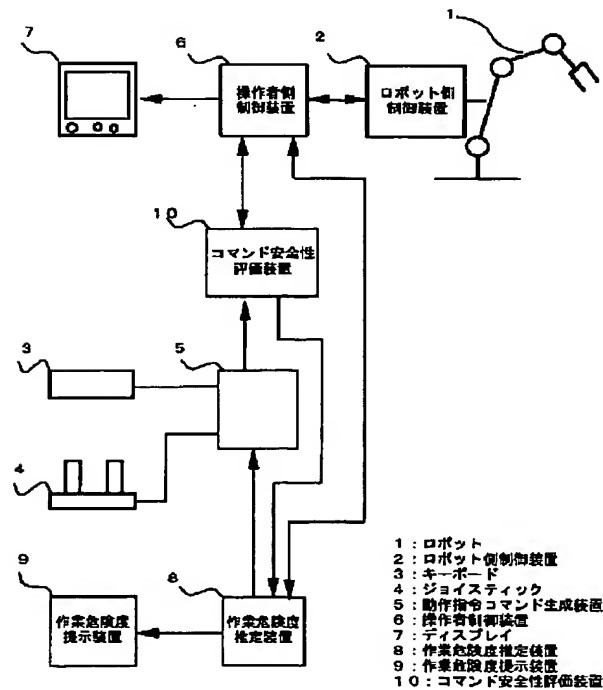
【図2】 この発明の実施の形態1であるロボット遠隔操作装置に用いるコマンド安全性評価のためのチェック項目と判定値表の内容を示す説明図である。

【図3】 この発明の実施の形態1であるロボット遠隔操作装置に用いるコマンド安全性算出の処理内容を示すフローチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態1であるロボット遠隔操作装置に用いるコマンド安全性処理装置の全体処理の内容を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態4であるロボット遠隔操作装置に用いるコマンド安全性処理装置の全体処理の内容を示すフローチャートである。

【図1】



【図6】 この発明の実施の形態5であるロボット遠隔操作装置に用いるコマンド安全性処理装置の全体処理の内容を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態5であるロボット遠隔操作装置に用いるコマンドデータ修正処理の内容を示すフローチャートである。

【図8】 従来の技術を示す構成図である。

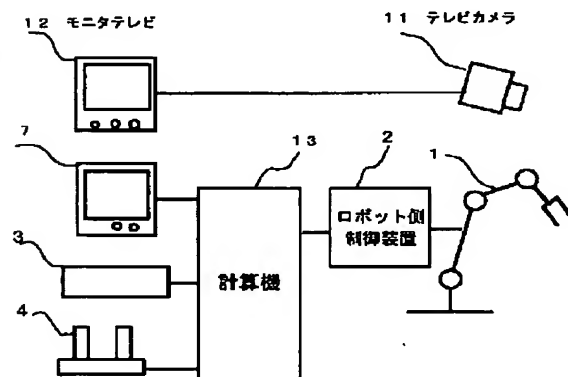
【符号の説明】

1 ロボット 2 ロボット側制御装置 3 キーボード 4 ジョイスティック 5 動作指令コマンド生成装置 6 操作者側制御装置 7 ディスプレイ 8 作業危険度推定装置 9 作業危険度提示装置 10 コマンド安全性評価装置 11 テレビカメラ 12 テレビモニタ 13 計算機。

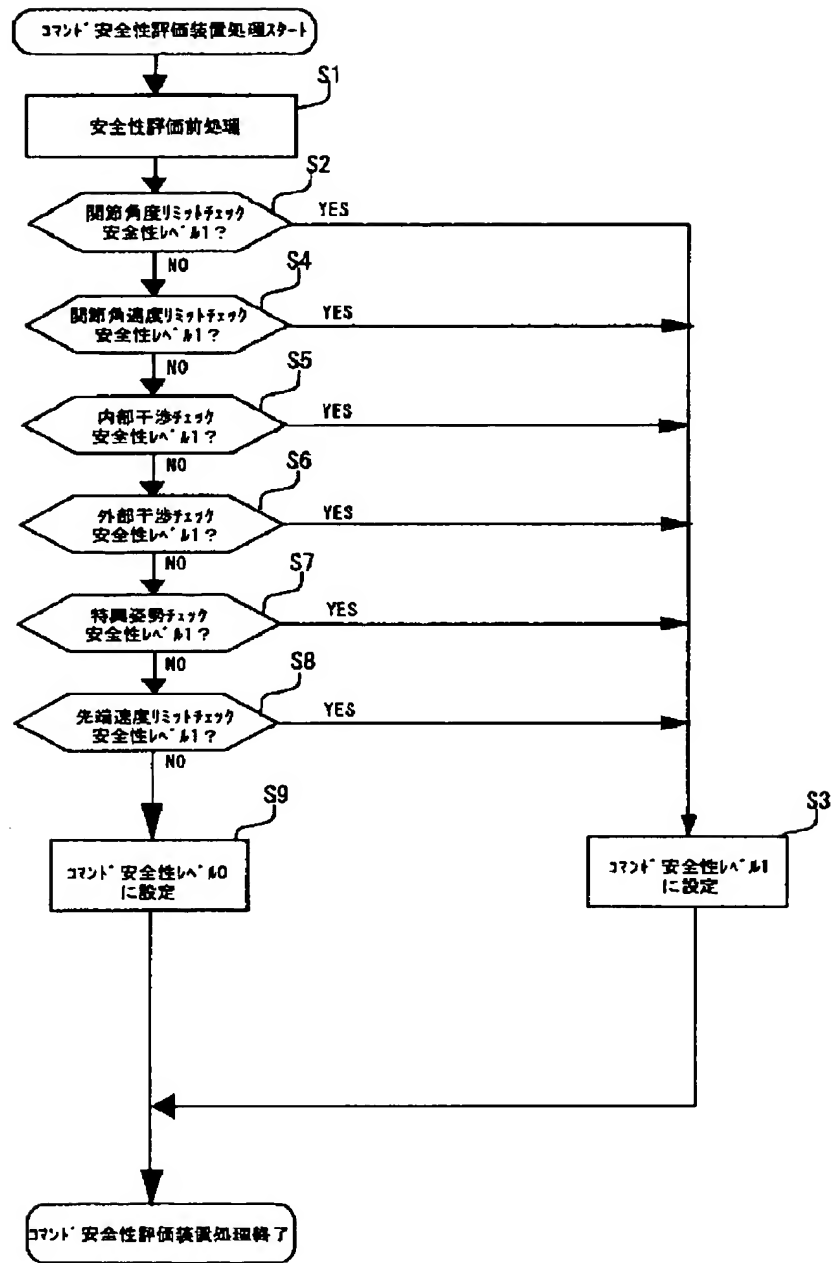
【図2】

項目番号 i	チェック項目	判定値 (下限)	判定値 (上限)	単位
1	関節角度リミット (1軸)	-90	250	deg
2	関節角度リミット (2軸)	0	95	deg
3	関節角度リミット (3軸)	0	100	deg
4	関節角度リミット (4軸)	15	120	deg
5	関節角度リミット (5軸)	30	200	deg
6	関節角度リミット (6軸)	-45	300	deg
7	関節角速度リミット (1軸)	0	10	deg/sec
8	関節角速度リミット (2軸)	0	10	deg/sec
9	関節角速度リミット (3軸)	0	10	deg/sec
10	関節角速度リミット (4軸)	0	10	deg/sec
11	関節角速度リミット (5軸)	0	10	deg/sec
12	関節角速度リミット (6軸)	0	10	deg/sec
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

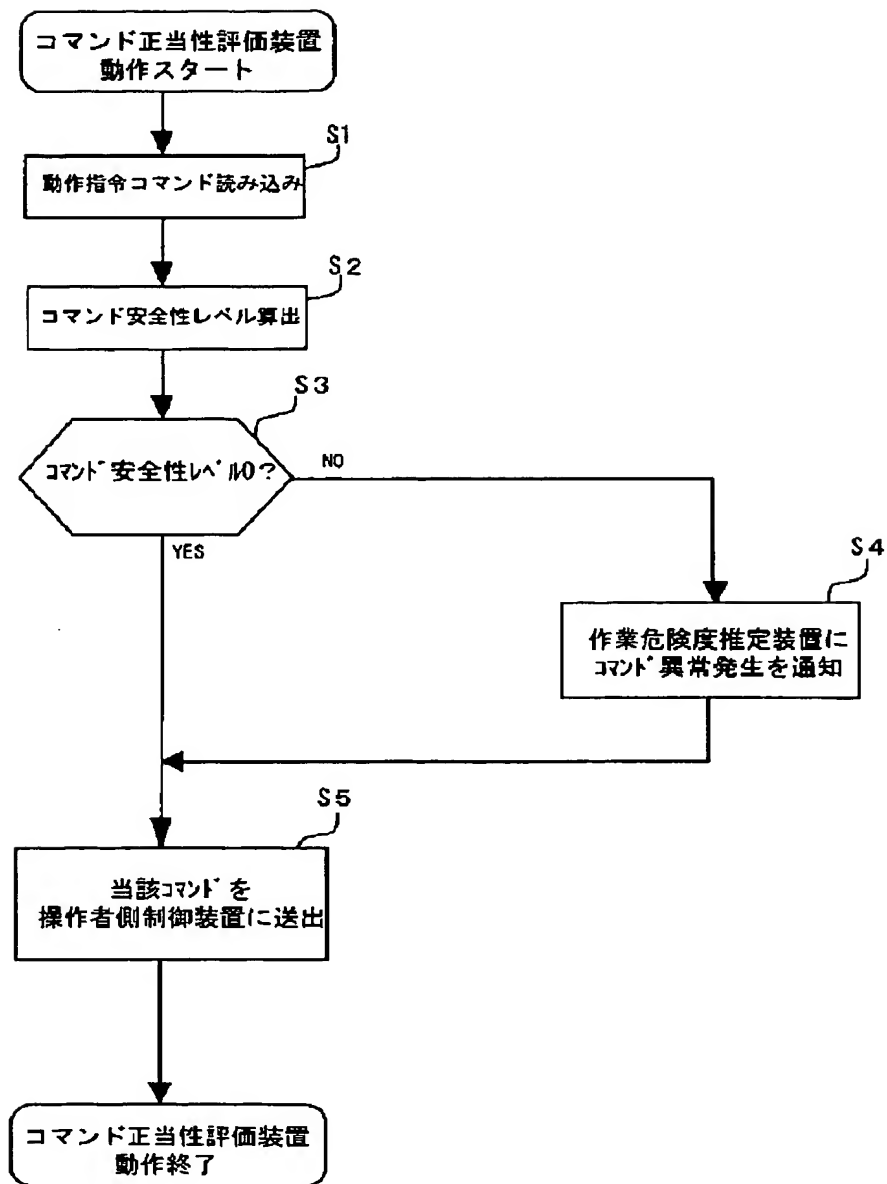
【図8】



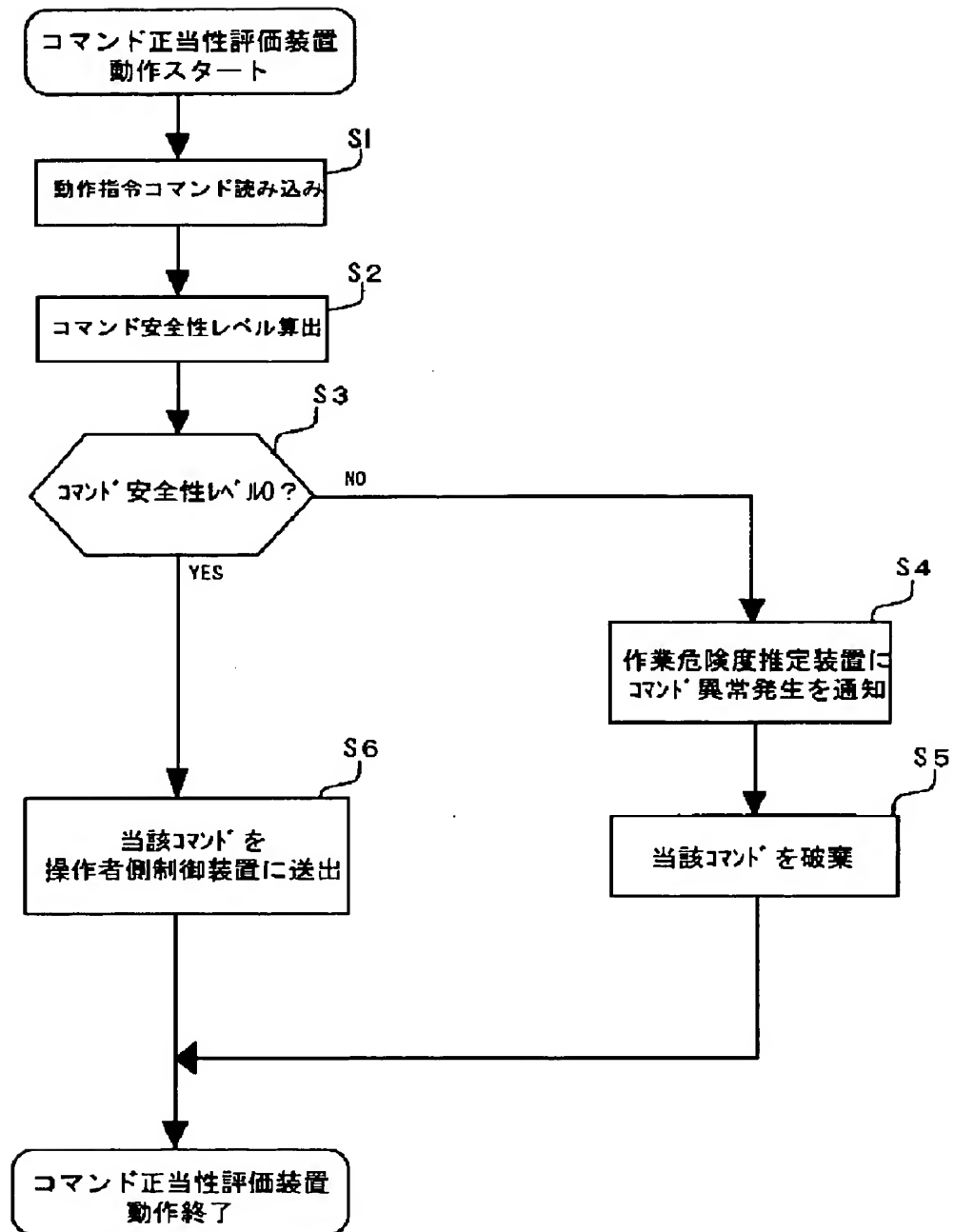
【図3】



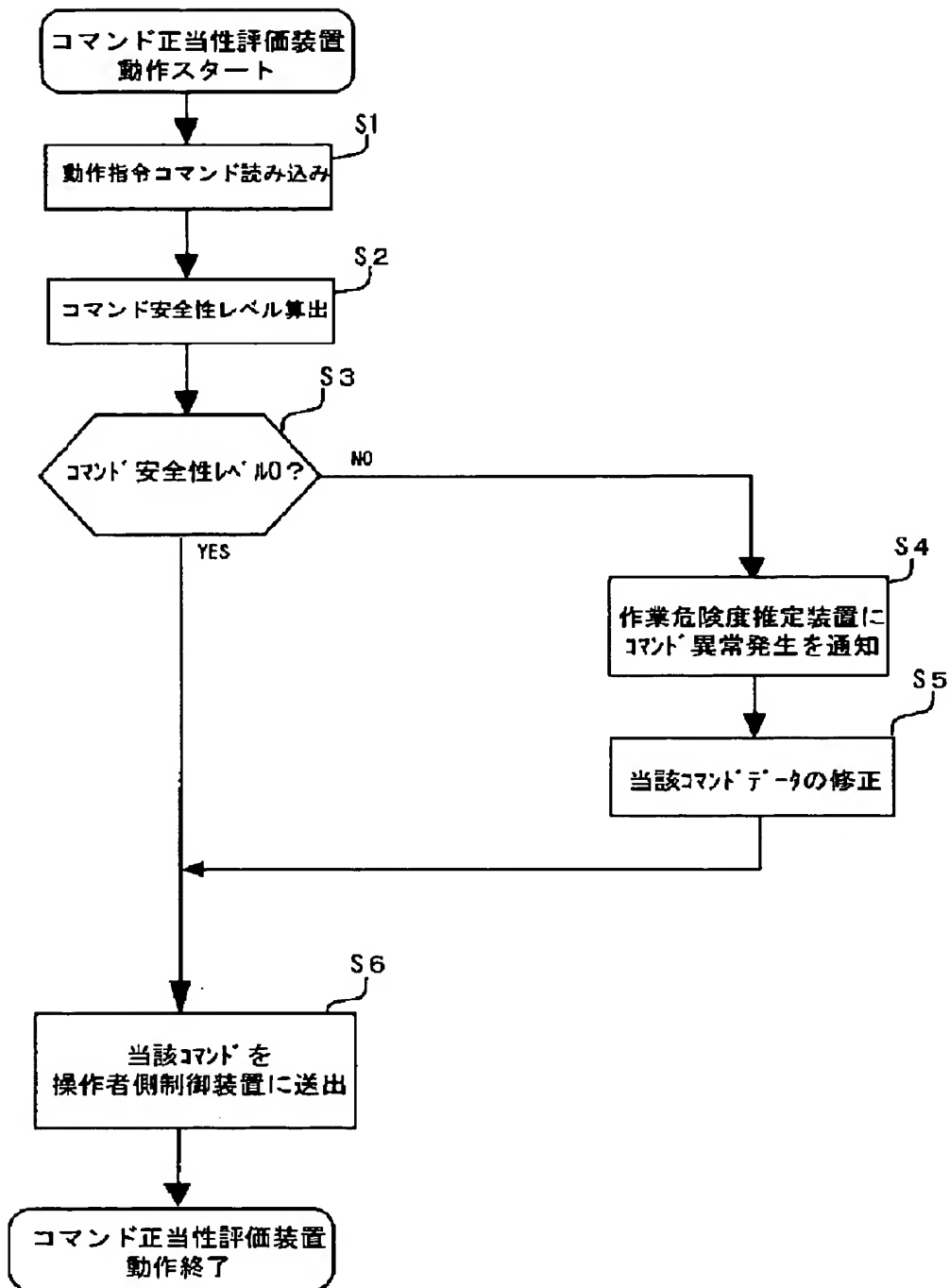
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

